

IMPACTO DE LA AVIACIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

JAQUELINE ARAQUE VARGAS

Ensayo

NUBIA BARRERA SILVA



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA
BOGOTÁ
2010**

RESUMEN

El agujero formado en la Antártida y descubierto por los estados en el año 1985, alertó a la comunidad internacional de la problemática medio ambiental existente, planteando la necesidad de que los países desarrollados, en desarrollo y las organizaciones medioambientales aúnen esfuerzos y conocimientos, trabajando conjuntamente en mitigar el cambio climático y la minimización de sus impactos.

A su vez, el desarrollo de la aviación, sinónimo de mejores tecnologías en las aeronaves pero a su vez, de contaminación ambiental, por la combustión que generan las mismas, incrementan el dióxido de carbono (CO₂), haciendo que aumenten los gases de efecto invernadero (GEI).

Por lo que, la comunidad internacional impuso como objetivo reducir durante el quinquenio 2008-2012 al menos un 5.2% las emisiones antropógenas de los seis GEI causantes del cambio climático.

Para cumplimiento de lo anterior, todos los participantes del sector aéreo, centran sus objetivos en: la reducción de emisiones, la optimización de energía y la disminución del ruido, con la finalidad de lograr eficiencia energética en todos sus procesos, que además de dar cumplimiento a la normativa internacional y a las políticas ambientales del estado, les permita ahorrar costos y maximizar acciones en pro del medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

A mayor conciencia de los estados y las compañías aéreas del impacto ambiental causado por el sector aéreo, mayor será el control de minimización de riesgos que las aeronaves produzcan en el medio ambiente.

Es así que, el agujero formado en la Antártida y descubierto por los estados en el año 1985, alertó a la comunidad internacional de la problemática medio ambiental existente, planteando la necesidad de que los países desarrollados, en desarrollo y las organizaciones medioambientales aúnen esfuerzos y conocimientos trabajando conjuntamente en mitigar el cambio climático y la minimización de sus impactos.

Es así que, la aviación al ser uno de los sectores productivos que ha contribuido a este cambio climático en un 2.2% de aumento de las emisiones de CO₂ actuales, obliga a que la prioridad de compañías aéreas, fabricantes, talleres aeronáuticos y usuarios del sector en general, cumplan lo establecido por la comunidad internacional, contribuyendo a la minimización y a futuro, erradicación de todas las sustancias que alteren nuestro ecosistema y lo más importante a preservar la vida.

Por lo que este ensayo desarrolla varios capítulos que son: el crecimiento de tráfico aéreo y su incidencia en el medio ambiente, los cambios climáticos en la sociedad, consecuencias de las aeronaves en el medio ambiente y los aportes de los fabricantes, acciones de la comunidad internacional y de las entidades nacionales observando finalmente el impacto de la aviación sobre el medio ambiente.

1. CRECIMIENTO DEL TRÁFICO AÉREO EN COLOMBIA Y SU INCIDENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE

El transporte aéreo experimentando gradualmente un crecimiento en los últimos años, debido al aumento en la movilidad de pasajeros, que trae consigo el fomento del crecimiento económico de la sociedad; según señaló Manuel Lema, Presidente de la Asociación Colombiana de Transporte Aéreo (ATAC):

Desde el año 1998 la relación entre el crecimiento del PIB y el tráfico de pasajeros en Colombia ha sido constante, sin embargo durante el año 2009 se presentó una marcada diferencia que mostró una disminución del PIB, mientras que el tráfico de pasajeros aumentó, esto debido al crecimiento en la flota de las distintas aerolíneas, aumento en oferta de sillas y la competencia de tarifas. El tráfico de pasajeros en el mercado doméstico tuvo un crecimiento importante del 13% entre el 2008 y el 2009, mucho mayor al crecimiento del 2.4% que se evidenció en el período inmediatamente anterior, mientras que en el mercado internacional el crecimiento fue del 4.7% en comparación con el 6.4% del período 2007-2008.¹

Como complemento a lo afirmado por el señor Lema, la Unidad Administrativa Especial de Aviación Civil (UAEAC), en las estadísticas de 2009-2010 muestra el comportamiento en la oferta y demanda de pasajeros, a diciembre de 2009, donde la operación domestica tuvo un nivel de ocupación del 73.10%, aumentando a julio de 2010 en un 80.53%, por lo que hubo un crecimiento del 7.43%.

Por otra parte la operación internacional a diciembre de 2009 muestra un nivel de ocupación del 75.91% que a julio de 2010 fue del 80.53%, es decir tuvo un crecimiento del 4.62%, que acumulado entre el año 2009 fue del 2.06% con respecto al año 2010 que aumento en 2.75% de pasajeros movilizados durante este año.

¹ LEMA, Manuel. Presidente de la Asociación Colombiana de Transporte Aéreo ATAC. [entrev.] Javier Darío Franco Cárdenas. 23 de 4 de 2010.

Tabla 1. Comportamiento oferta y demanda de pasajeros

Cuadro 2.1 Comportamiento Oferta y Demanda Pasajeros - Transporte Regular							
Periodo		Operación Doméstica			Operación Internacional		
Año	Mes	Sillas Ofrecidas	Pasajeros a bordo	Nivel de Ocupación	Sillas Ofrecidas	Pasajeros a bordo	Nivel de Ocupación
2009	Enero	1.387.738	915.749	65,99%	757.307	560.358	73,99%
	Febrero	1.258.946	804.289	63,89%	670.264	424.107	63,27%
	Marzo	1.399.736	883.862	63,14%	737.363	461.569	62,60%
	Abril	1.297.293	895.393	69,02%	704.438	466.529	66,23%
	Mayo	1.327.427	852.110	64,19%	714.475	439.121	61,46%
	Junio	1.397.466	977.401	69,94%	712.786	538.844	75,60%
	Julio	1.547.072	1.082.903	70,00%	744.509	584.191	78,47%
	Agosto	1.530.090	1.097.858	71,75%	750.041	581.237	77,49%
	Septiembre	1.491.819	1.029.377	69,00%	687.038	482.412	70,22%
	Octubre	1.535.914	1.169.414	76,14%	708.670	514.418	72,59%
	Noviembre	1.491.908	1.109.857	74,39%	705.446	511.472	72,50%
	Diciembre	1.701.653	1.243.920	73,10%	777.285	590.045	75,91%
2010	Enero	1.699.097	1.242.070	73,10%	778.884	606.629	77,88%
	Febrero	1.534.964	1.093.053	71,21%	681.667	447.070	65,58%
	Marzo	1.741.747	1.262.168	72,47%	768.646	529.562	68,90%
	Abril	1.716.963	1.188.800	69,24%	737.293	475.771	64,53%
	Mayo	1.774.515	1.243.426	70,07%	746.995	495.527	66,34%
	Junio	1.713.091	1.339.416	78,19%	748.245	570.479	76,24%
	Julio	1.777.804	1.455.081	81,85%	825.508	664.780	80,53%
Mensual % Jun 2009		14,91	34,37	11,85	10,88	13,79	2,06
En Acumulada 2009		9.615.678	6.411.707	66,68%	5.041.142	3.474.719	68,93%
2010		11.958.181	8.824.014	73,79%	5.287.238	3.789.818	71,68%
Acumulada % 2010 / Ene- Jun 2009		24,36	37,62	7,11	4,88	9,07	2,75

Fuente: Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC)

Este crecimiento en la movilidad aérea es uno de los factores desencadenantes del aumento en los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero que afecta el medio ambiente, las cuales aumentan el CO₂, ocasionando el calentamiento global.

La anterior afirmación sustentada por el señor Velarde que afirma, "(...) el rápido crecimiento del tráfico aéreo en los últimos años ha incidido profundamente en las

emisiones de CO₂”². Lo que ha contribuido a acelerar el daño ambiental generado por los gases Contaminantes del efecto invernadero (GEI).

A su vez, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC), señala que la aviación genera el 2.2% de las emisiones de CO₂ actuales y llegaría a un 3% para el año 2050, por lo tanto es necesario adoptar un modelo económico cuya prioridad sea la preservación de los recursos naturales y nuestro entorno.

Es así que, a mayor conciencia de los estados y las compañías aéreas del impacto ambiental causado por el sector aéreo, mayor será el control de minimización de riesgos que las aeronaves produzcan en el medio ambiente.

2. CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SOCIEDAD

El deterioro que sufre el medio ambiente en nuestra sociedad y las consecuencias que esto trae y traerá en el mundo, llama la atención de los países desarrollados y de los países en desarrollo de aunar esfuerzos y conocimientos para trabajar conjuntamente la mitigación del cambio climático y la minimización de sus impactos.

De acuerdo a lo anterior, el documento de la fundación IPADE, organización no gubernamental de desarrollo dedicada a la cooperación internacional y la educación para el desarrollo, que une esfuerzos de diferentes entidades como son el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Grupo del Banco Mundial, el Banco Africano de Desarrollo y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático (CMNUCC) fundamenta lo realizado acerca del cambio climático para la protección del medio ambiente, citando uno de los objetivos fundamentales para atacar esta problemática y es:

² VELARDE, Cesar. Jefe de proyecto del Observatorio de sostenibilidad en la aviación OBSA. [entrev.]. 17 de 4 de 2010.

La estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida las interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, promoviendo un modelo de desarrollo basado en la quema de combustibles fósiles en economías de baja intensidad, integrándose los objetivos de la lucha contra el cambio climático en las estrategias de desarrollo de todos los países y todos los sectores.³

Los impactos derivados del calentamiento global, producidos por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)⁴ en aumento entre 1.4 y 5.8 grados centígrados previsto para el año 2100, alerta el cambio en los sistemas físicos y biológicos, ocasionando problemas en los sectores productivos de la sociedad y daños drásticos en los ecosistemas y por consiguiente generando un cambio climático.⁵

Es importante señalar que el efecto invernadero⁶ producido por la atmósfera y formado por vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂) el ozono (O³), el metano (CH⁴) y el óxido nítrico (N²O), son componentes naturales de la misma y mantienen el planeta 30 grados centígrados más caliente de lo que estaría si no existieran, permitiendo así la vida, por lo que es esencial, preservarla de lo dañino que son los llamados GEI.

³ ACSUR Las Segovias, Ecosol ONGD, Entrepueblos, Fundación EODES, Fundación IPADE, Greenpeace,. Guía básica sobre cambio climático. [aut. libro] Fundación IPADE. *Guía básica sobre cambio climático*. Madrid : Genia Producción gráfica, 2010.

⁴ Se denomina gases de efecto invernadero a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto de invernadero.

⁵ Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC) se denomina cambio climático a variaciones del clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.

⁶ Efecto de invernadero es la entrada de energía solar en forma de radiación de onda corta, equilibrada por la emisión de energía hacia el espacio por parte de la tierra en forma de radiación de onda larga o infrarroja.

Figura 1. Efecto invernadero.



Fuente: Guía básica sobre cambio climático. Fundación IPADE

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) las actividades humanas han hecho aumentar las emisiones GEI por el proceso de industrialización de los países y son causantes del 60% del efecto invernadero.

El mapa que se observa a continuación, muestra las áreas geográficas y su contribución al calentamiento global de la tierra, lo que los obliga a proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, tal como lo plantea el desarrollo sostenible.

Figura 2. Contribución al calentamiento global de la tierra.



Para combatir el cambio climático, los esfuerzos deben dirigirse a la mitigación del mismo, es decir al diseño de políticas y medidas que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano. Por ello, uno de los objetivos es, la reducción del consumo de combustibles fósiles por energías más limpias que tengan un limitado impacto ambiental y bajos costos de mantenimiento que también involucren al sector de la aviación.

3. CONSECUENCIAS DE LAS AERONAVES EN EL MEDIO AMBIENTE

El desarrollo de la aviación es sinónimo de avances tecnológicos en las aeronaves y de contaminación ambiental, por la actividad que genera la combustión de las mismas.

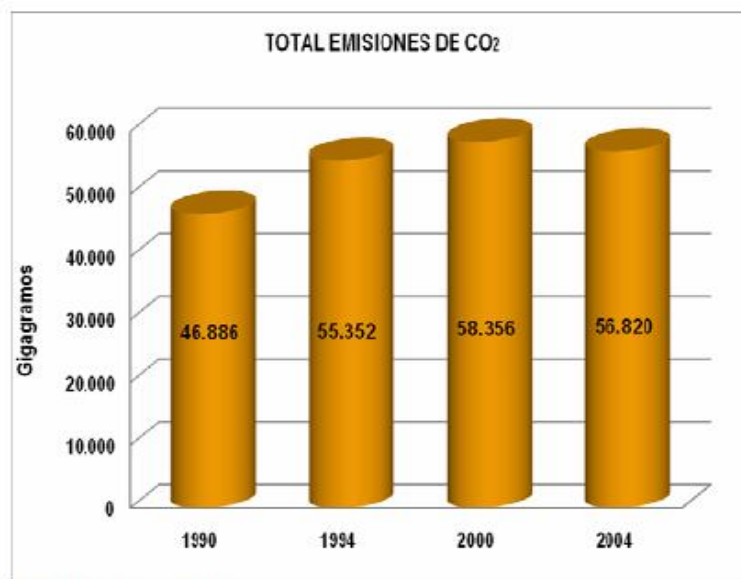
Lo anterior se sustenta históricamente, desde la creación del globo de aire caliente en los comienzos de la aviación, hasta la creación de los jets en la era moderna, por la emisión de dióxido de carbono (CO_2), a través de líneas de vapor condensado, las cuales al estar cerca de la tropopausa, generan aerosoles que

incrementan la formación del mismo, haciendo que el problema ambiental aumente desenfrenadamente.

Es así que, cuando las aeronaves lanzan estos productos químicos a través de sus motores, producen un efecto en la atmosfera, aumentando las concentraciones de ozono.

El aumento del dióxido de carbono en la atmosfera se ha incrementado a través de los años provocando un aumento de la temperatura de la tierra, ocasionando el proceso conocido como calentamiento global, lo que trae consigo consecuencias letales para la sociedad, es así que la figura 3 muestra el CO₂ en el año 1990 que fue de 46.886 gigagramos que aumento en el año 2004 a 56.820 gigagramos.

Figura 3. Emisiones de CO₂



Fuente: Ideam 2008.

Por lo anterior, organismos internacionales dan prioridad al establecimiento de acciones de obligatorio cumplimiento por los estados, para minimizar el riesgo ambiental y así la industria del transporte aéreo tiene el gran reto de reducir el

ruido, la contaminación de las aeronaves y la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera, buscando nuevas alternativas que disminuyan la combustión.

4. ACCIONES DE LA COMUNIDAD INTERNACIONAL

4.1 Organización de las Naciones Unidas ONU

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptada en el año 1992 tuvo como objetivo estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, por lo que, los países elaboraron inventarios nacionales de emisiones antropógenas de GEI, programas nacionales de medidas para la mitigación del cambio climático y la coordinación de instrumentos económicos y administrativos para conseguir dicho objetivo.

A su vez, los países miembros de la Comunidad Europea proporcionan recursos financieros para ayudar a los países en desarrollo y así facilitar la transferencia de tecnologías apropiadas.

4.2 El Protocolo de Kioto

El protocolo de Kioto que entró en vigor en el año 2005 establece limitaciones cuantitativas de las emisiones de los GEI para los países industrializados y aquellos en desarrollo, comprometiéndose a reducir durante el quinquenio 2008-2012 al menos un 5.2% sus emisiones antropógenas de los seis GEI⁷, objeto de control con respecto a las emisiones de 1990. Para facilitar el cumplimiento de estos compromisos el protocolo establece tres mecanismos de flexibilidad que son:

- La aplicación conjunta,

⁷ Los seis GEI que regula el protocolo son: dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y el hexafluoruro de azufre (SF₆).

- El comercio de emisiones y
- Los mecanismos de desarrollo limpio (MDL).

El comercio de emisiones permite a las partes adquirir de otras partes créditos para alcanzar de forma eficiente a nivel económico los compromisos adquiridos en Kioto, en este sentido, la aplicación conjunta consiste en la opción de los países industrializados de invertir en países pobres a través de proyectos de reducción de emisiones, con el fin de obtener a bajo costo las unidades de reducción de emisiones, cumpliendo así el protocolo.

Los mecanismos de desarrollo limpio permiten a los países en desarrollo recibir ayuda de los países desarrollados logrando un compromiso de ambas partes, a la fecha se han establecido mas de 300 proyectos y para el año 2012 se espera emitir mas de 570 millones de Reducciones Certificadas de Emisiones.⁸

Para apoyar estos mecanismos, el Banco Mundial estableció la unidad de financiamiento del carbono, como apoyo a las inversiones en estos proyectos, constituida por fondos especializados, financiados por gobiernos de los países de la Comunidad Europea, que tiene como objetivo reducir los costos de transacción, apoyar el desarrollo sostenible y beneficiar a las comunidades mas pobres de los países en desarrollo.

Además se ha formado el llamado “mercado del carbono”, que es un sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden adquirir Reducciones de Emisiones de GEI en un esfuerzo por cumplir los compromisos de las emisiones de estos gases.

⁸ Cada una de las Reducciones Certificadas de Emisiones equivale a una tonelada equivalente de CO₂, unidad de referencia que se utiliza para medir las emisiones de todos los GEI controlados por el protocolo.

Hasta el momento los esfuerzos de los países se han centrado en la mitigación, a través del fomento de energías renovables, transferencia de tecnología a países en desarrollo y los mecanismos de desarrollo limpio.

4.2.1 Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de Copenhague

La lucha contra el cambio climático encierra una pulseada entre el Norte y el Sur. Junto a otras regiones en desarrollo, América del Sur reclama a los países desarrollados un resarcimiento por los efectos del calentamiento global. Pero más allá de esta puja, los países sudamericanos aún carecen de un plan coordinado y de programas nacionales serios. Atender a los compromisos ambientales no parece prioritario ante la urgencia de remediar los índices de pobreza; sin embargo ambos problemas exigen una solución común.⁹

Como complemento del Protocolo de Kioto, se reunió en diciembre de 2009, la XV Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático, celebrada en Copenhague, Dinamarca, con la meta de preparar futuros objetivos para reemplazar los del Protocolo que termina en el año 2012 y cuya finalidad es la reducción mundial de las emisiones de CO₂ en al menos un 50% para el año 2050 respecto a 1990.

Las negociaciones provocaron una división entre los países desarrollados y las naciones en desarrollo, ya que para cumplir lo acordado por la comunidad internacional, los primeros deben ayudar a los segundos.

Es importante señalar que la ayuda multilateral exigida a los países desarrollados, para los países en desarrollo, es un requerimiento que estos últimos han enfatizado, señalando que los países desarrollados no han cumplido con lo señalado, siendo que son los que se han beneficiado de mayor forma, ocasionando el gran crecimiento de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Por lo que tienen que hacer un esfuerzo mayor por la minimización del cambio climático.

⁹ CERIOLI GABRELA, Disponible en Internet, Una pelea desigual, le monde diplomatique, Oct 19 de 2010, edición No. 85.

De acuerdo a lo anterior, para que los países en desarrollo puedan también reemplazar los combustibles actuales, por combustibles fósiles, tendrán que recibir mayor financiación y transferencia de tecnología, ya que, este reemplazo de combustibles, tanto para los unos como para los otros es difícil debido a que afecta economías de exportación.

Pero antes de seguir peleando por quien debe aportar mas capital financiero que el otro, falta conciencia de que si acabamos con el planeta, no habrá mas economía, ni productividad, ni desarrollo, ni diferencias entre desarrollados y en desarrollo.

Por otra parte se requieren planes de acción, con mayor equidad de distribución de recursos y estadísticas, para que todos los países gocen de los mismos beneficios y puedan desarrollar acciones que les permitan cumplir con lo exigido por la comunidad internacional.

Además se deben centrar los esfuerzos en la protección del medio ambiente, debido a que cada país expone sus intereses, para evadir sus responsabilidades, por lo que, aunque los problemas que aquejan los países son muchos, es prioridad con los recursos de cada uno de los países, comenzar con generar acciones de control de los gases de efecto de invernadero, en un esfuerzo mutuo por salvar el planeta.

4.3 Convenio de Chicago.

Para dar cumplimiento a lo acordado por la comunidad internacional sobre reducción de emisiones de CO₂, la aviación a través del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (OACI) o Convenio de Chicago, firmado en la ciudad de Chicago en el año 1944 que actualizo la Convención de Paris de 1919, estableció el anexo 16 sobre protección del medio ambiente con dos volúmenes referentes al ruido de las aeronaves y a la emisión de los motores de las aeronaves.

Este anexo surgió de la preocupación de la OACI en el año 1968 por el incremento del ruido de las aeronaves en la proximidad de los aeropuertos, resolución que se modificó en el año 1971 cuando también se reconoció la gravedad de los efectos perjudiciales en el ambiente que generaban las aeronaves.

Esta resolución del año 1971 impuso a la OACI la responsabilidad de orientar el desarrollo de la aviación civil internacional logrando una compatibilidad entre el desarrollo seguro y ordenado de la aviación y la calidad del medio ambiente humano.

Es así que este Anexo en el volumen 1, incluyó procedimientos para describir y medir el ruido de las aeronaves, la tolerancia humana de dicho ruido, la homologación acústica de las aeronaves, los criterios para la formulación de procedimientos para atenuar el ruido de las aeronaves, el control de la utilización de los terrenos y los procedimientos de atenuación del ruido durante la prueba de motores en tierra.

Así mismo preparó normas de homologación acústica para los futuros aviones de reacción supersónica y aviones propulsados por hélices, los aviones STOL (de despegue y aterrizaje cortos) propulsados por hélice, de los grupos auxiliares de energía (APU) y de los sistemas auxiliares de las aeronaves durante las operaciones en tierra.

Estableció para los aviones con peso mayor a 5700 Kg, una unidad de medición del ruido de cada clasificación de tipo de aeronave expresado en EPNdB, la cual indica los efectos subjetivos del ruido de las aeronaves en los seres humanos teniendo en cuenta el nivel y duración del ruido percibido.

Para cada tipo de aeronave se ha determinado puntos de medición del ruido, niveles máximos de ruido, de aproximación y de sobrevuelo así como procedimientos de ensayo en vuelo.

El certificado de homologación acústica lo concede el estado de matrícula de la aeronave siempre y cuando haya demostrado que cumple con los requisitos citados en el anexo.

En el volumen II el anexo 16 controla la emisión de motores, especialmente los equipados con motores de turbina, los motores turborreactores y turbofan que impulsan aeronaves a velocidades supersónicas para lo cual se basan en el ciclo de despegue y aterrizaje de la aeronave, obligándolos a establecer mecanismos de medición detallados y métodos estadísticos para evaluar el resultado de las pruebas.

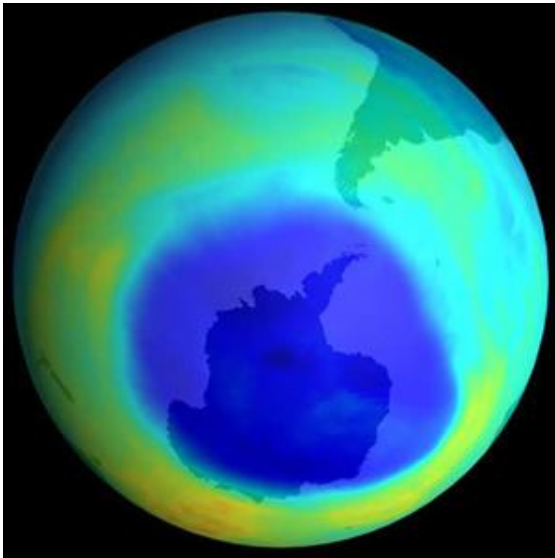
El alcance de este anexo incluye problemas atmosféricos a escala mundial como el cambio climático atribuido a las emisiones de los motores de las aeronaves, por lo que las normas de la OACI irán más allá del despegue y aterrizaje de la aeronave hasta la fase crucero de la misma.

Es así que la misión de la OACI sigue en constante cambio de acuerdo a los desafíos en materia de medio ambiente para la aviación, la cual debe conservar el equilibrio entre el hombre, la máquina y su entorno.

4.4 PROTOCOLO DE MONTREAL DE 1987

Este Protocolo firmado en la sede de Montreal de la Organización de Aviación Civil Internacional se instaura por la preocupación de los gobiernos al observar el gran agujero formado en la Antártida a fines del año 1985.

Figura 4. Agujero en la Antártida 1985.



Fuente: Protocolo de Montreal del año 2006.

Estableciendo controles con las sustancias químicas que agotan el ozono, creando un cronograma llamado “calendario en el tratado”, que describe como debe cumplirse la reducción en la producción y consumo de las mismas, hasta llegar a la eliminación total, citando lo siguiente:

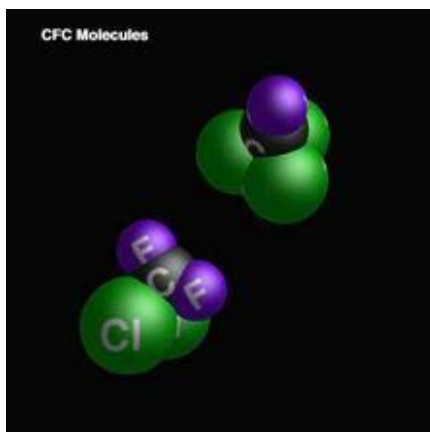
"Reconociendo que la emisión en todo el mundo de ciertas sustancias puede agotar considerablemente y modificar la capa de ozono en una forma que podría tener repercusiones nocivas sobre la salud y el medio ambiente, ... Decididas a proteger la capa de ozono adoptando medidas preventivas para controlar equitativamente el total de emisiones mundiales de las sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base de los adelantos en los conocimientos científicos, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos y teniendo presentes las necesidades que en materia de desarrollo tienen los países en desarrollo".¹⁰

Las sustancias causantes del daño ambiental son:

¹⁰ PROTOCOLO DE MONTREAL. 2006.

El clorofluorocarburo (CFCs) el cual se obtiene por la sustitución de átomos de hidrogeno por átomos de flúor y cloro, siendo destructor de la capa de ozono y dejando consecuencias negativas sobre el medio ambiente en las próximas décadas.

Figura 5. Moléculas de clorofluorocarburo



Fuente: Disponible en Internet, Wikipedia.org

Los hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) son un compuesto químico derivado de un alcano por sustitución de uno o más átomos de halógeno, siendo igualmente destructor de la capa de ozono.

Es de anotar que, para ayuda de los países en desarrollo se estableció un fondo multilateral que les permitirá ir reduciendo poco a poco estas sustancias contaminantes dándoles un periodo de gracia de 10 a 15 años en la eliminación total de los mismos.

A partir de esta fecha el protocolo sufrió varias enmiendas en los años 1990, 1992, 1995, 1997 y 1999 que han acelerado los calendarios de eliminación de las sustancias destructoras del ozono, a continuación cito las siguientes:

“La Enmienda de Londres (1990) añadió el metilcloroformo, el tetracloruro de carbono y otra serie de CFC a los calendarios de eliminación y estableció un mecanismo para prestar asistencia financiera y técnica a las Partes que son países en desarrollo.

La Enmienda de Copenhague (1992) agregó los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), los hidrobromofluorocarbonos (HBFC) y el metilbromuro a los calendarios de eliminación y creó oficialmente el Fondo Multilateral como canal de transferencias financieras y de tecnología a los países en desarrollo.

La Enmienda de Montreal (1997) creó un sistema de licencias para importaciones y exportaciones de SDO, principalmente para hacer frente al comercio ilícito cada vez mayor en esas sustancias.

La Enmienda de Beijing (1999) agregó el bromoclorometano a los calendarios de eliminación e incluyó en los controles de HCFC también la producción, además de los controles revisados de consumo.”¹¹

Desde la implementación de este protocolo el impacto en la capa de ozono se ha notado, reduciendo las concentraciones atmosféricas de estas sustancias, esperando que su presencia decline hacia el año 2020.

Por ello el Protocolo de Montreal se considera el acuerdo ambiental internacional más exitoso hasta la fecha.

4.5 Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación

Otro aporte de la industria aérea a la problemática ambiental fue el comité celebrado en Montreal en el año 2007, que estableció una postura común sobre los requisitos para la reducción de la potencia de los motores, el establecimiento de reglas de revisión de los niveles del ruido en los aviones y normas claras para los estados que les permita conservar la homologación acústica de sus aeronaves.

A su vez, el establecimiento de medidas medioambientales en los aeropuertos por medio del manual de planificación de aeropuertos, utilización del terreno y control del medio ambiente que establece la OACI.

¹¹ PNUMA. Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Montreal : s.n., 2000.

En cuanto a emisiones estableció identificar las características del aire resultantes de las emisiones de gases de escape de las aeronaves al igual que los datos de la composición del combustible en la aviación, con el fin de calcular el efecto invernadero.

Para dar cumplimiento a lo anterior se establecieron objetivos a largo plazo como cito a continuación:

“Evaluar los adelantos en la tecnología de diseño de motores y de aeronaves para aviones subsónicos y los aviones supersónicos que pueda haber en el futuro, y el grado en que esta tecnología podría influir en los niveles de las emisiones y en el consumo de combustible, incluyendo los posibles beneficios y compensaciones entre las diversas emisiones y el ruido, y los programas de fechas probables para la implantación y la información apropiada para la evaluación de los correspondientes costos y beneficios económicos y medioambientales”¹²

Por lo que, este organismo internacional seguirá de cerca las políticas que los estados tendrán en desarrollo de su aviación acorde a los lineamientos que vayan acordes a la protección del medio ambiente.

4.6 IATA Asociación de Transporte Aéreo Internacional

Creada en el año 1945 ha propuesto como solución a esta problemática la investigación de nuevas fuentes de energía para los aviones, haciéndolos menos pesados y con motores más eficientes.

Es el caso de los nuevos Airbus 380 y los Boeing 787 que gastan solo tres litros de combustible por cada 100 pasajeros y kilómetros.

¹² COMITÉ SOBRE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y LA AVIACIÓN MONTREAL . 2007.

De esta manera pretende que el combustible utilizado por el transporte aéreo sea de origen vegetal dentro de 10 años, logrando que este sector no sea uno de los contaminantes del medio ambiente.

IATA pretende que el tráfico aéreo cree nuevas rutas que acorten el tiempo de vuelo y ahorren combustible.

5. APORTES DE LOS GRANDES FABRICANTES DE LAS AERONAVES

Para los fabricantes Boeing y Airbus, el uso de nuevas tecnologías y biocombustibles es necesario como solución a la problemática ambiental que se observa actualmente, contribuyendo a la reducción del CO₂.

Según la Comisión Parlamentaria para el Cambio Climático “(...) El impacto medioambiental que provoca la aviación debe diseñar aviones de menor peso fabricados en gran parte con fibra de carbono, y de menor tamaño, con menos consumo de combustible (dado que un kilo de queroseno supone lanzar a la atmósfera 3,16 kilos de CO₂)”¹³.

A su vez, los fabricantes se vieron obligados a aplicar medidas de control ambiental, por las exigencias de la Unión Europea, a través del Consejo Consultivo para la Investigación Aeronáutica (ACARE), que les impuso grandes objetivos ecológicos para el año 2020, con la finalidad de reducir a la mitad el consumo de combustible, el ruido y de las emisiones de Gases de Efecto de Invernadero (GEI).

También se está estudiando la posibilidad de controlar las nuevas sustancias que se están creando, compensando la contaminación generada por el aumento del 6% anual del número de vuelos en los últimos años.

¹³ COMISIÓN PARLAMENTARIA PARA EL CONTROL CLIMÁTICO, marzo 2010.

Por lo que para la Boeing y la Airbus la reducción de emisiones, la eficiencia energética y la disminución del ruido se han convertido en los tres ejes, objeto de investigación.

Uno de los enfoques de la investigación aérea es la reducción del ruido, considerado el principal problema ambiental de la aviación comercial, según expertos del sector reunidos el pasado febrero en la jornada sobre Aviación y Medio Ambiente, organizada en Madrid por el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (Copac). El ruido tiene un impacto no sólo sobre el bienestar, sino también en términos de pérdida de valor de sus propiedades inmobiliarias.

Un procedimiento creado por los expertos es, la aproximación de descenso continuo para que el avión descienda con el motor a ralentí y vaya a mayor altura que en el descenso escalonado, lo que reduciría el impacto acústico en seis decibelios respecto al procedimiento habitual. Este proceso supondría, para las compañías aéreas, un ahorro de unos 250 euros en cada aterrizaje, además de una mejora de los tiempos de descenso.

Algunas empresas intentan aportar una respuesta técnica al problema del ruido es el caso de la compañía norteamericana Pratt & Whitney, que ha desarrollado el motor Geared Turbofan, que, según Domingo Sepúlveda, responsable del área ambiental de esta compañía, permite reducir un 77% el impacto sonoro

El motor Geared Turbofan permite, además, reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en unos tres millones de kilogramos anuales por aeronave. El motor mejora la eficiencia energética un 12% respecto a los motores actualmente en servicio.

A su vez el director de Estrategia Ambiental de Airbus, Alain Joselzon, le apuesta a un diseño más eficiente de las aeronaves, creando aparatos más ligeros, gracias a materiales compuestos.

El uso de biocombustibles esta probado con el fabricante Airbus cuyo superjumbo A380 realiza vuelos con biofuel¹⁴. Por ejemplo, en el marco del futuro cielo único europeo, la Unión Europea está estudiando la posibilidad de modificar las rutas aéreas europeas, sin tener en cuenta las fronteras para que sean más directas y permitan así ahorros de costes, tiempo y energía.

Los mayores fabricantes de aeronaves comerciales saben la importancia de demostrar un buen comportamiento ambiental ya que además de minimizar el impacto del mismo, les permite generar ahorros gracias a una mayor eficiencia energética debido a que hay aeropuertos que no permiten el aterrizaje de las aeronaves ruidosas. Lo anterior hace que Boeing como Airbus reduzcan la huella sonora de las aeronaves y lideran investigaciones para reducir el impacto ambiental en la aviación comercial.

Ambas han obtenido la certificación ambiental ISO 14001 para su proceso de producción. Las dos compañías pretenden conseguir ahorros de fuel gracias a la reducción del peso de las aeronaves y a la utilización de biocombustibles.

Es así que, las dos compañías abanderan el mercado con aeronaves que reúnen estas características como son, el Boeing con el Dreamliner 787 generando solamente el 20% menos de dióxido de carbono frente a las generadas por el B767, produciendo un impacto sonoro de un 60% menor al generado por el B767 y por otra parte el superjumbo A380 de Airbus aunque pesa 560 toneladas y acoge mas de 841 pasajeros solamente consume el 25% de combustible respecto a las flotas actuales.¹⁵

Finalmente la Boeing como otro aporte, trabaja con la asesoría de organismos ambientalistas como Greenpeace, entre otros, para crear combustibles que sean sostenibles con el medio ambiente, que no pongan en riesgo los recursos alimentarios y que tengan costos competitivos.

¹⁴ Biofuel es un biocombustible líquido que se usa como sustituto del petróleo y se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales.

¹⁵ CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas.

Por lo que la clave de los grandes fabricantes es el logro de la eficiencia energética en la aviación.

6. ACCIONES DE LAS ENTIDADES NACIONALES

6.1 Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil UAEAC

La política ambiental de la UAEAC privilegia la prevención y minimización de los riesgos e impactos en los seres humanos y el medio ambiente, teniendo como objetivos:

- La racionalización del uso de materiales y energía.
- La reducción en la generación de residuos (sólidos, líquidos, emisiones y ruido).
- El mejoramiento de la calidad de los residuos.

Para lo cual los esfuerzos se enfocan en el cumplimiento de las normas ambientales aplicables y a la satisfacción de los compromisos de naturaleza ambiental propios de cada aeropuerto.

El término de mejoramiento continuo se lleva a la práctica en la consecución de mecanismos de producción mas limpia, en un proceso dinámico y sistemático a través de objetivos a largo alcance y complemento del principio de gradualidad que permite el logro de dichos objetivos sin afectar la estabilidad económica de la operación y el funcionamiento de los aeropuertos.

Para controlar lo anterior la UAEAC conformo el Comité de Asuntos Ambientales mediante resolución 04571 del 18 de septiembre de 2002, el cual tiene como misión y visión las siguientes que cito a continuación:

MISIÓN Dirigir y coordinar la ejecución de la Política Ambiental la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil encaminada a armonizar las actividades, prácticas y operaciones que integran los diferentes Aeropuertos con la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, en el marco del desarrollo sostenible, mediante la implementación

de programas y planes ambientales que prevengan y mitiguen los impactos y efectos causados al ambiente por las operaciones aeronáutica y aeroportuarias

VISIÓN Ser líderes de la Gestión Ambiental y el mejoramiento continuo de los procesos en el desarrollo de las actividades a través de cambios evolutivos en comportamiento, inversión, tecnología y voluntad.¹⁶

A su vez en acuerdo con la normativa 1333 del 2009 del Ministerio de Medio Ambiente, la UAEAC, a través de esta norma, contempla el nuevo procedimiento sancionatorio ambiental para corregir a los infractores del medio ambiente.

Complementando la normatividad establecida, la UAEAC genera boletines para el manejo ambiental en diversas áreas como son:

- Manejo de residuos sólidos
- Calentamiento global
- Arborización urbana dirigida a los aeropuertos

De esta manera la UAEAC junto con el Ministerio del Medio Ambiente trabajan de la mano en el control y cumplimiento de lo pactado en la Convención de Viena de 1985 y en el Protocolo de Montreal de 1987.

Como complemento a la normativa exigida a las empresas aéreas, funcionarios aeronáuticos, talleres, empresas de formación y usuarios del transporte aéreo en general, se establece en el Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC) su parte Once que señala las normas ambientales para la aviación civil, adoptando como política ambiental el siguiente postulado:

Es política de la Aeronáutica Civil de Colombia ejecutar sus actividades y servicios minimizando los riesgos para la salud, la seguridad o el medio ambiente en concordancia con las políticas, planes y programas gubernamentales nacionales y normas nacionales e internacionales aeronáuticas; además cumplirá y hará cumplir la normatividad ambiental aplicable a sus operaciones y servicios, y a las actividades que cumplan las

¹⁶ UAEAC, Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil.

personas naturales y jurídicas que intervienen en el desarrollo de la aviación civil colombiana.¹⁷

Como control ambiental el RAC en esta parte señala el procedimiento para homologación de aeronaves en cuanto al ruido, estableciendo como medida de evaluación del ruido, el nivel efectivo del ruido percibido expresado en EPNdB que se calcula con una formula algebraica, midiendo los niveles de ruido que producen las aeronaves en los aeródromos y en sus proximidades y clasificándolos de acuerdo a:

- Los aviones a reacción subsónicos.
- Los aviones propulsados por hélices de más de 5700 Kg.
- Los aviones de más de 9000 Kg propulsados por hélice.

El RAC también establece condiciones para el uso de reversibles, la prueba de motores, el uso del grupo auxiliar de potencia APU, especialmente en plataformas, hangares o sitios cerrados. Igualmente para el establecimiento de aeronaves, vuelos de prueba y procedimientos y gestión de transito aéreo con la finalidad de reducir al máximo el sobrevuelo por las zonas habitadas garantizando los niveles de seguridad aérea, para lo cual la Dirección de Servicios a la Navegación Aérea de la UAEAC, continuara estudiando todas las posibilidades que permitan mejorar los procedimientos usados en la actualidad.

6.2. Ministerio del Medio Ambiente

El Ministerio de Medio Ambiente siendo su objetivo principal la protección del mismo ha publicado varios textos como el llamado implementación del Protocolo de Montreal en Colombia, señalando las obligaciones del país, en el control de las sustancias generadoras del daño de la capa de ozono especialmente de los clorofluocarbonados (CFC).

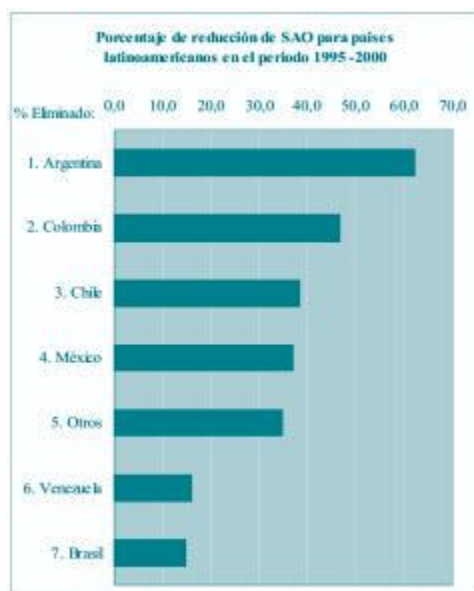
¹⁷ Disponible en Internet: www.uaecac.gov.co, Política Ambiental de la UAEAC, Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil.

Este cumplimiento se dividió en el mundo por zonas, de las cuales la que nos compete a nuestro país es la zona de America latina que a su vez se divide en dos, la primera considerada de los países de alto consumo de los CFC conformado por México, Brasil, Argentina, Chile, Venezuela y Colombia y los demás países considerados de bajo consumo.

Como estadística del consumo los países de alto consumo importaron 19.163 toneladas de CFC, equivalente a un 13.8% del consumo global, mientras que el restante de los países de America Latina importaron entre todos 1764 toneladas equivalente a un 1.27% del consumo mundial. Durante este año el consumo mundial fue de 139.041 toneladas, con un 18.03% para Europa del Este y un 18.7% para países industrializados.

A su vez Colombia importo 1149 toneladas, equivalente a un 0.8% del total global, por esta razón nuestro país junto con Argentina somos los que mas hemos avanzado en la eliminación de los mismos, logrando a que en el año 2004 hayamos eliminado mas del 60% de la línea base, como se observa a continuación:

Figura 6. Reducción de SAO para Latinoamérica



Fuente: Guía básica sobre cambio climático IPADE

Lo anterior se cumplió con la implantación del denominado Programa País (PP), iniciativa de los grandes productores del gremio, que tenía como objetivo la eliminación de las sustancias agotadoras de ozono a partir del año 1995, fecha en la cual el consumo era de 2.156.00 Toneladas de CFC, por el contrario para el año 2005 fue de 565.19 Toneladas de CFC.

Por otra parte para no afectar la industria al tener que sustituir estas sustancias, materia prima de sus procesos, el gobierno estableció los siguientes objetivos como son:

- Promover un acuerdo de transparencia de información sobre producción y exportación de países proveedores de SAO para Colombia.
- Fomentar y difundir un esquema que genere incentivos para un mercado eficiente y equitativo de sustitutos de las SAO, reconversión de equipos y recuperación y reciclaje de CFC.
- Diseñar un esquema que permita usar barreras comerciales, arancelarias y técnicas para el control de SAO.

- Crear y concertar una estrategia para disminuir el tráfico ilegal de SAO y equipos asociados.
- Establecer el marco institucional y legal que sustente el uso de las medidas de regulación e instrumentos económicos a plantear.

Como ayuda a los países en desarrollo, como Colombia, el Banco Mundial creó un Fondo Multilateral de ayuda, con el cual implementa proyectos de eliminación de las SAO, proveyendo una asistencia inicial, de acuerdo a las necesidades del país, el cual cuenta con planes de inversión, políticas de operación y directrices que se desarrollan conjuntamente, a su vez, provee información y transferencias de tecnología, que aseguran el adoptar nuevas metodologías que no vayan en contra al protocolo.

El Banco Mundial ha implementado proyectos en nueve países latinoamericanos incluyendo Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Venezuela. El valor de los proyectos de inversión aprobados en estos países para el año 2005 alcanzaba \$59 millones de dólares con un impacto de 6870 toneladas, en Colombia la participación ha sido de 10 proyectos de inversión con un costo de 2,5 millones de dólares y un impacto de 262 toneladas.

Es así que no existen diferencias en el mundo para contrarrestar el daño ambiental, tanto países desarrollados como en desarrollo unen esfuerzos en minimizar los agentes contaminantes, en pro de un futuro sano y habitable para todos.

7. IMPACTO DE LA AVIACIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

La aviación desde la creación del globo de aire caliente en sus inicios, hasta los jets en la era moderna, ha incrementado el dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, generando un 2.2% de las emisiones actuales, según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC), formando líneas de vapor condensado, que al estar cerca de la tropopausa,

generan aerosoles que incrementan la formación del mismo, haciendo que el efecto invernadero natural se vea afectado y por consiguiente ocasionando un cambio climático.

Es así que, cuando las aeronaves lanzan sustancias como los clorofluorocarbonos y los hidroclorofluorocarbonos, por sus motores, producen un efecto en la atmósfera, aumentando los gases de efecto invernadero (GEI) y por consiguiente ocasionando el calentamiento global.

El señor Velarde afirma “(...) el rápido crecimiento del tráfico aéreo en los últimos años ha incidido profundamente en las emisiones de CO₂”¹⁸. Lo que ha contribuido a acelerar el daño ambiental generado por los gases Contaminantes del efecto invernadero (GEI).

Por lo anterior, el Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación celebrado en Montreal en el año 2007, estableció una postura común sobre los requisitos exigidos a las compañías aéreas, identificando las características del aire resultantes de las emisiones de gases de escape de las aeronaves al igual que los datos de la composición del combustible en la aviación, con el fin de calcular el efecto invernadero.

Para dar cumplimiento a lo anterior, estableció objetivos a largo plazo que evalúen los adelantos de diseño de motores de las aeronaves y como pueden influir en el nivel de emisiones y consumo de combustible.

Es así que, los grandes fabricantes comprometidos con el medio ambiente, han diseñado aviones de menor peso fabricados en gran parte con fibra de carbono, y de menor tamaño, con menos consumo de combustible.

¹⁸ VELARDE, Cesar. Jefe de proyecto del Observatorio de sostenibilidad en la aviación OBSA. [entrev.]. 17 de 4 de 2010.

Igualmente, el desarrollo de los aviones A380 del fabricante Airbus y el Dreamliner del fabricante Boeing, se destacan por ser modelos diseñados con la metodología de biocombustibles, logrando la eficiencia energética, meta de estos gigantes de la aviación.

Lo anterior hará de la aviación un contribuyente verde a la problemática ambiental, de la mano con grupos como Greenpeace.

CONCLUSIÓN

El sector de la aviación al ser un contribuyente del calentamiento global, ha minimizado sus impactos, desarrollando diseños más eficientes en sus aeronaves, a través de la creación de aparatos más ligeros, materiales compuestos y con el uso de biocombustibles óptimos para su operación.

Por lo tanto, los tres ejes objeto de su investigación son, la reducción de emisiones, la optimización de energía y la disminución del ruido, en cumplimiento de las normativas establecidas por la comunidad internacional, con la finalidad de detener el acelerado crecimiento de los gases de efecto invernadero (GEI) causantes del mismo.

Es así que, la concientización de los países desarrollados y en desarrollo a nivel mundial ha hecho que entre todos unan esfuerzos reduciendo el impacto que las sustancias contaminantes del ozono ocasionan en el medio ambiente.

Lo anterior hace que tanto fabricantes como consumidores y en general usuarios del sector de la aviación antes de crear un producto, tengan en cuenta las sustancias contaminantes de la capa de ozono generando combustibles de origen vegetal más óptimos, menos pesados y con motores más eficientes siendo la solución, la eficiencia energética.

Ante todo no se debe olvidar la siguiente premisa:

A mayor conciencia de los estados y las compañías aéreas del impacto ambiental causado por el sector aéreo, mayor será el control de minimización de riesgos que las aeronaves produzcan en el medio ambiente.

RECOMENDACIONES

La concientización de los países desarrollados y en desarrollo a nivel mundial, debido a los mecanismos de control generados por la comunidad internacional, ha hecho que entre todos se unan esfuerzos que minimicen el impacto, que las sustancias contaminantes del ozono, causantes de los gases de efecto invernadero, ocasionan en el medio ambiente, produciendo un cambio climático de grandes magnitudes.

Por lo que las investigaciones que se están realizando, con el objetivo de generar una mayor eficiencia energética, en donde los biocombustibles sean la solución del sector aéreo para disminuir el impacto ambiental, deben continuar, logrando la reducción de emisiones, la optimización de energía y la disminución del ruido, objetivos que buscan erradicar el cambio climático actual.

Finalmente, una cultura ambiental en donde cada uno de los eslabones de esta cadena que conforman el sector aéreo, con un grado de concientización alto, en donde la tarea diaria sea preservar nuestro entorno, hará que ayudemos a preservar el medio ambiente que nos rodea y permite vivir sin generar daños en los ecosistemas.

GLOSARIO

ACARE: Consejo Consultivo para la Investigación Aeronáutica.

ATAC: Asociación Colombiana de Transporte Aéreo.

BIOFUEL: biocombustible líquido que se usa como sustituto del petróleo y se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales.

CAMBIO CLIMÁTICO: cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.

CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas.

CROROFUOROCARBONO: compuesto químico que se obtiene por la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y cloro.

EFFECTO INVERNADERO: es la entrada de energía solar en forma de radiación de onda corta equilibrada para la emisión de energía hacia el espacio por parte de la tierra en forma de radiación de onda larga.

GEI: gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero.

HIDROFLUOROCARBONO: compuesto químico derivado de un alcano, por sustitución de uno o más átomos de halógeno.

IATA: Asociación Internacional de Transporte Aéreo.

IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.

OBSA: Observatorio de Sostenibilidad en la Aviación.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para Desarrollo.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

RAC: Reglamentos Aeronáuticos Colombianos.

SENASA: Empresa Pública de Servicios y estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica.

UAEAC: Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil.

BIBLIOGRAFÍA

FUNDACION IPADE, Guía Básica sobre Cambio Climático, Madrid, 90 p.

RAC, Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, Normas Ambientales para la Aviación Civil, parte 11, UAEAC, 2003. 73 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Ley 1333 de 2009, procedimiento sancionatorio ambiental, Diario Oficial 47.413, 2009. 28 p.

Disponible en internet www.uaeac.gov.co ,UAEAC, Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, estadísticas de movilidad de pasajeros en los últimos años.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU, Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), 1992. 103 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, ONU, Protocolo de Kioto, 1998. 25 p.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA), Protocolo de Montreal, 1987. 45 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, publicación Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia, 2008. 146 p.

Disponible en Internet, periódico LE MONDE diplomatique, edición No.85, 2010.